La chimica in uno smartphone

Codice B00201

Di cosa è fatto il mondo che ci circonda?

La chimica ci viene in aiuto in tanti oggetti della vita quotidiana, anche se non lo sappiamo.

Tutto ciò che ci circonda è costituito da atomi, piccolissime particelle di materia.

Gli atomi, da soli o con altri atomi uguali o di diverso tipo, formano le molecole, componenti base di ogni sostanza.

Oggi conosciamo **118 elementi diversi**: **94** sono **presenti in natura sulla Terra** (alcuni in tracce minuscole) mentre **24** sono **artificiali**, elementi creati dall'uomo, soprattutto grazie alla fisica delle alte energie (fisica delle particelle).

Nel **1870 il chimico *Dimitrij I. Mendeleev*** fece una scoperta fondamentale: capì che le proprietà chimiche degli elementi si possono riassumere con una tabella chiamata **TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI,** dove ogni casella corrisponde all'atomo di un diverso elemento chimico.

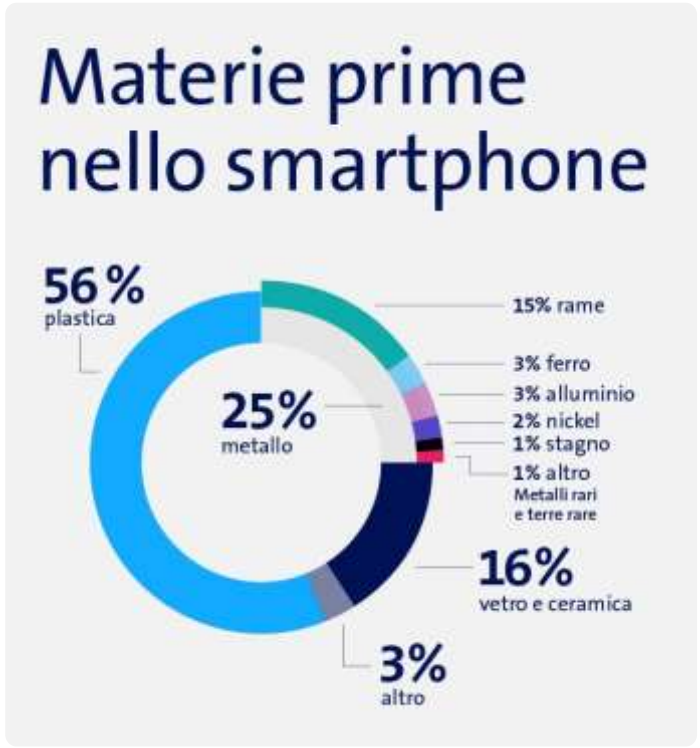
Anche il nostro corpo è una macchina biologica molto complessa, formata da miliardi di atomi. Per il **99%** però si tratta di atomi di solo **quattro elementi chimici**: **idrogeno (H), carbonio (C) azoto (N) e ossigeno (O), che sono i costituenti principali delle molecole organiche.**

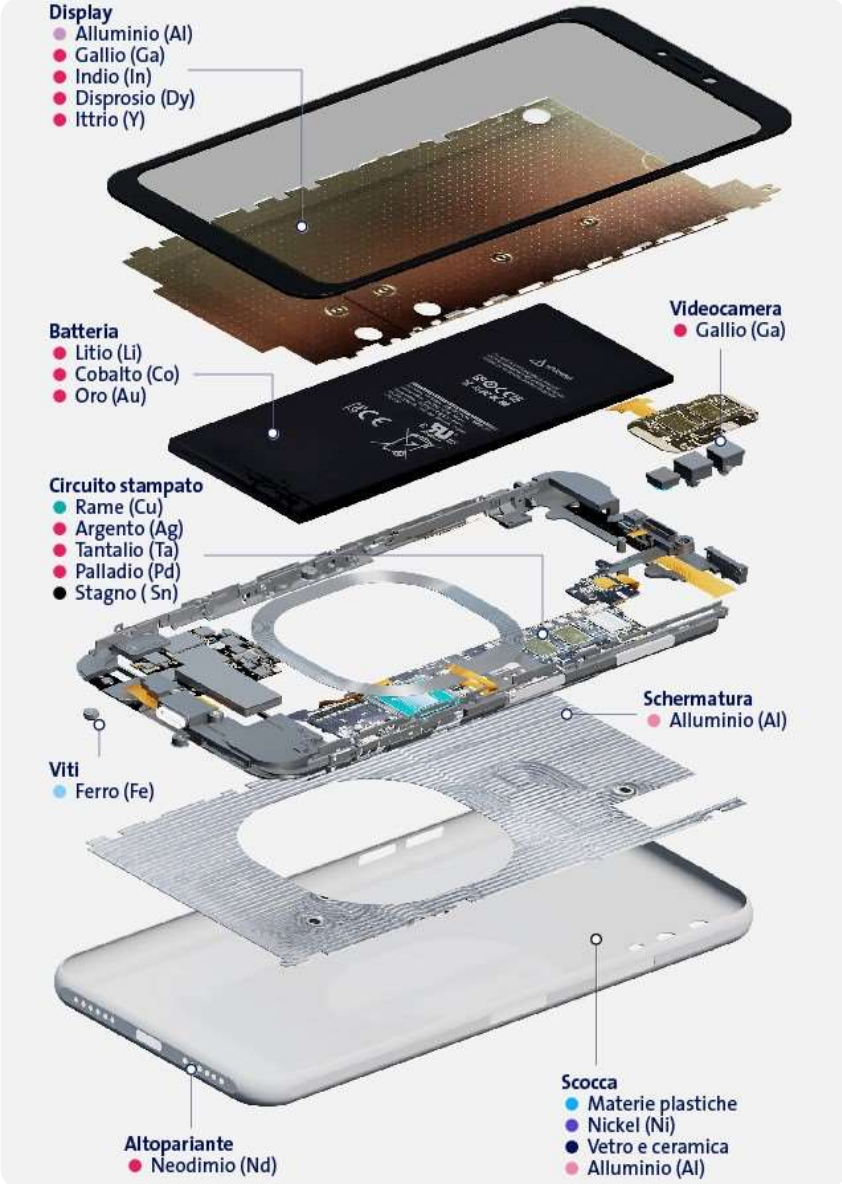
"La scienza e la vita di tutti i giorni non possono e non devono essere separate."
(Rosalind Franklin)

Invece per realizzare uno smartphone bastano molti meno atomi, ma servono tanti elementi chimci diversi da quelli del nostro corpo: **metalli preziosi come l'oro (AU), l'argento (Ag) e il platino (Pl) ma anche molte terre rare, come gli elementi del gruppo dei lantanoidi.**

Scopriamo gli elementi che compongono uno smartphone, dove sono e a cosa servono.

Uno smartphone, oltre a contenere fotografie, numeri di telefono e app di ogni tipo, **cosa contiene?**
Basta scomporne anche solo grossolanamente l'architettura per scoprire che la batteria non potrebbe funzionare senza **ioni di litio, ossidi di cobalto, carbonio e grafite**, che la scocca è un tripudio di **alluminio** e che il touch screen non è un semplice pezzo di **vetro**, ma un bel **mix di elementi chimici**.



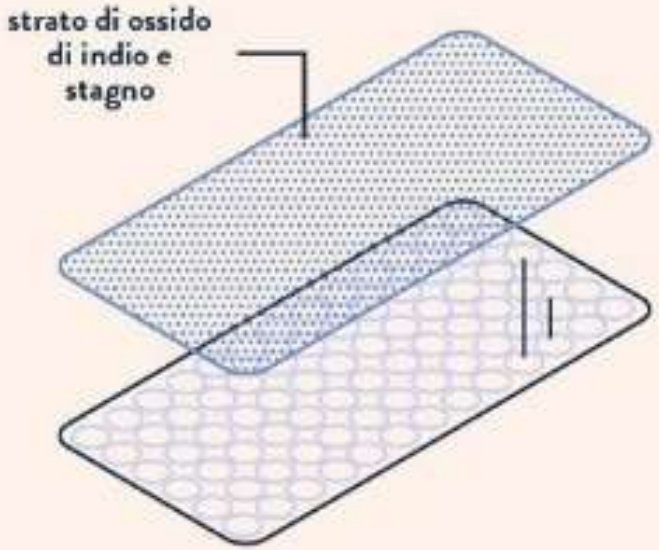


Partiamo dallo Schermo

Nei cellulari di ultimissima generazione, i **display**, se toccati, sono in grado, con la loro tecnologia interna di individuare l'esatto punto in cui abbiamo pigiato ed inviare la risposta corrispondente. Per poter permettere queste funzioni **"touch",** viene depositato sul vetro un sottile strato trasparente di una **miscela composta da ossido di indio e stagno** (chiamato "**transparent conducting oxide" - TCO**) che è in grado di veicolare l'energia elettrica negli schermi capacitativi.

Il vetro utilizzato per la maggior parte degli smartphone è un vetro composto da un **mix di ossido di alluminio (Al2O3) e ossido di silicio (SiO2).** Questo vetro contiene anche **ioni di potassio**, che aiuta a rafforzarlo e a rendendolo più resistente ai danni meccanici.

Una varietà di **composti di terre rare** è usata in piccole quantità per produrre i **colori sullo schermo** dello smartphone, invece alcuni degli **elementi più rari** sulla Terra servono a ridurre i colori sullo schermo ed **evitare la penetrazione di raggi UV nel telefono.**



In sintesi abbiamo **Ittrio, Lantanio, Terbio, Praseodimio, Europio, Disprosio e Gadolinio** per il DISPLAY, **Alluminio, Silicio, Ossigeno, Potassio, Indio e Stagno** per il VETRO.

Passiamo alla batteria

La batteria una parte sostanziale del peso di un telefonino.

La maggioranza dei telefoni attuali usa **batterie agli ioni di litio.** Nello specifico, **ossido di litio e cobalto** danno vita al **polo positivo** mentre il **carbonio nella forma di grafite con ioni fluoro** produce **il polo negativo**.

Alcune batterie usano altri metalli come **manganese**, al posto del cobalto.

L'**involucro esterno delle batterie**, solitamente, è realizzato in **alluminio**.

La durata della batteria, oltre che dal nostro uso, quindi dipende dal **mix di alluminio, litio, cobalto o manganese, carbonio e fluoro.**

Arriviamo alla parte più complessa del nostro smartphone, l'elettronica interna

All'interno del cellulare, il materiale più di tutti utilizzato è il **rame**, che serve **per il cablaggio del telefono**, insieme ad **oro, argento** che formano i **componenti microelettronici.**

Il **tantalio** viene invece adoperato per realizzare **i conduttori e i micro condensatori.**

Il **neodimio** e il **gadolinio** formano le **parti magnetiche del microfono e dello speaker**, il **disprosio**, il **praseodimio** e il **terbio** permettono la **vibrazione** dell'apparecchio.

Il **nichel** e il **silicio** sono utilizzati per il **microprocessore,** invece il **silicio ossidato** è responsabile della **conduzione dell' elettricità.** In seguito vengono aggiunti altri elementi per consentire al chip di condurre energia.

L'**arsenico**, il **fosforo**, l'**antimonio** e il **gallio sono usati per comporre altoparlante** e **microfono**.

Lo **stagno** e il **piombo** sono usati per saldare l'elettronica nel telefono. Le nuove saldature senza piombo usano un mix di stagno, rame e argento.

DENTRO UNO SMARTPHONE

LA FOTOCAMERA
L'obiettivo e lo speciale sensore che cattura le immagini sono montati in un unico blocchetto

LA MEMORIA
Questo blocchetto contiene la memoria principale del telefono, in cui si archivia tutto

IL MICROPROCESSORE
È il cuore di ogni smartphone. Contiene i circuiti che eseguono gli ordini impartiti dalle app

LA SCHEDA MADRE
È il supporto che permette il passaggio dei segnali digitali da un componente all'altro

Terminiamo la nostra visita all'interno dello smartphone con la parte esterna, il case o scocca

Gli elementi utilizzati dipendono, in questo caso dal fatto che se la scocca sia in metallo, in plastica o un mix tra i due. I case metallici sono fatti di **leghe di magnesio** mentre **quelli plastici** hanno una **base di carbonio.**

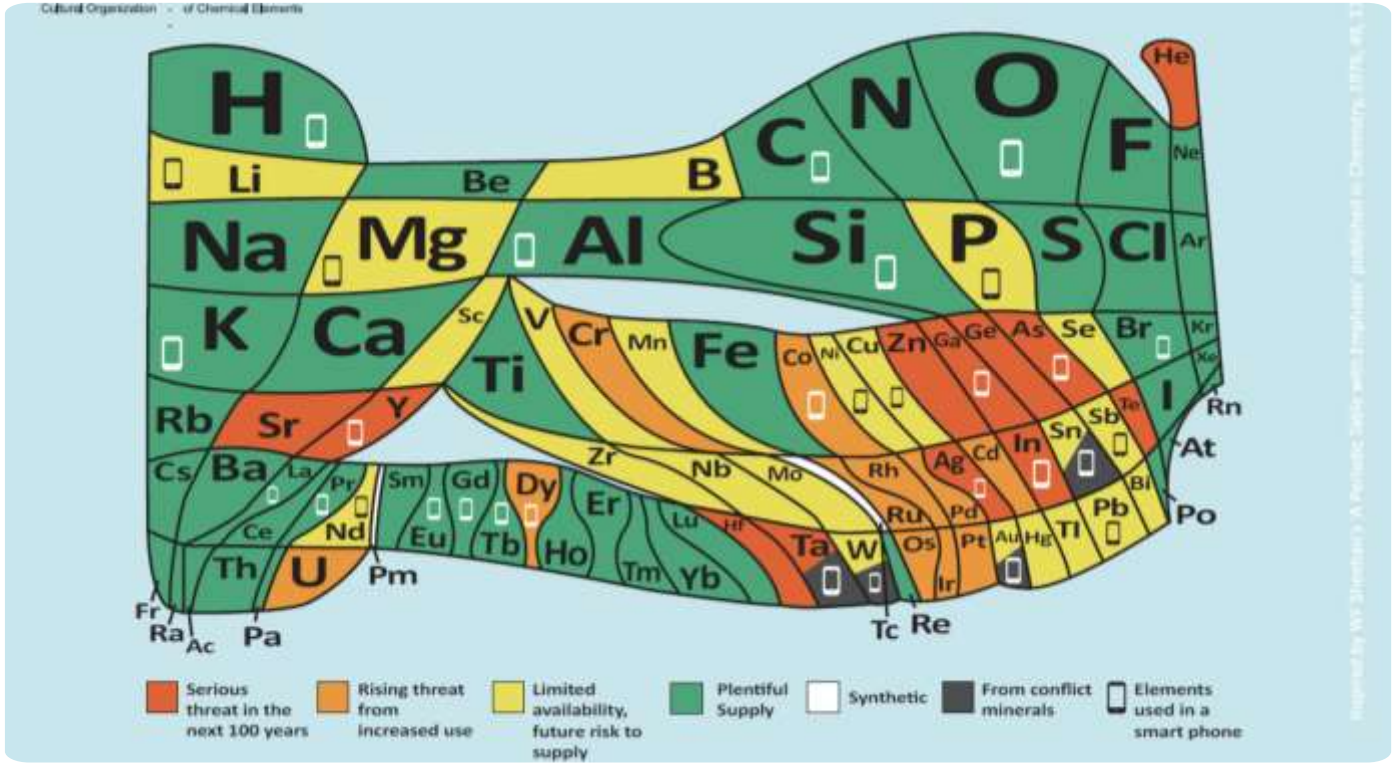
Le plastiche sono realizzate con materiali che generano resistenza al calore e ad eventuali fiamme, come ad esempio, il **bromo**.

Il **nichel** invece viene utilizzato per ridurre il numero di interferenze elettromagnetiche. Negli smartphone, il materiale che più di tutti viene adoperato per la **cover esterna** è il **petrolio con tutti i suoi derivati**.

C’è un tesoro di minerali e terre rare nei nostri smartphone che non va sprecato.

- **Tra il 2009 e il 2023** sarebbero stati **venduti più di 17 miliardi di smartphone**: di qualsiasi tipo ma tutti contenenti in quantità diverse centinaia di elementi, minerali e le cosiddette terre rare.
- Dentro ciascun smartphone che utilizziamo c’è una piccola miniera di risorse rare e preziose, circa **55 grammi**, come **le terre rare**, che spesso finiscono in discarica o addirittura conserviamo per anni e anni nei nostri cassetti, senza pensarci troppo.
- Secondo uno studio di **E-waste Lab di Remedia**, in collaborazione con il **Politecnico di Milano**, **ogni cellulare** contiene:
  - 9 grammi di rame,
  - 11 grammi di ferro,
  - 250 milligrammi di argento,
  - 24 milligrammi di oro,
  - 9 milligrammi di palladio,
  - 65 grammi di plastica,
  - 1 grammo di terre rare
  - 3,5 grammi di cobalto .

Lo **sviluppo di nuove tecnologie** ha **aumentato** notevolmente la **richiesta di alcune materie prime.**
Queste **risorse**, però, **non** sono **illimitate** e se il loro sfruttamento proseguirà al ritmo attuale, non basteranno a soddisfare la domanda.



L'**UNESCO**, per commemorare il 150° anniversario della pubblicazione da parte di ***Dmitrij Ivanovič Mendeleev*** della **Tavola periodica**, ha proclamato il 2019 "Anno Internazionale della tavola periodica". In questa occasione, l'**European Chemical Society (EuChemS)**, organizzazione europea senza scopo di lucro che promuove le collaborazioni tra società tecnico-scientifiche, ha progettato un nuovo tipo di Tavola periodica **(TAVOLA PERIODICA DELL'ABBONADANZA) con l'obiettivo di invitare tutti a riflettere sulla scarsità di molti elementi chimici, per evitarne gli sprechi.**

La concentrazione di importanti risorse in alcuni Paesi, così come il monopolio della loro lavorazione detenuto da poche nazioni (come la Cina), potrebbero imporre in un prossimo futuro nuove scelte di sviluppo e portare a nuovi equilibri economici e geopolitici.

Riciclare un cellulare diventa, oggi, **un gesto di enorme responsabilità nei confronti delle persone e dell'ecosistema** così martoriato, soprattutto quello dell'Africa, continente dal quale provengono la maggior parte dei minerali adoperati nella costruzione dei telefoni cellulari.

I colori della tavola Periodica dell'abbondanza

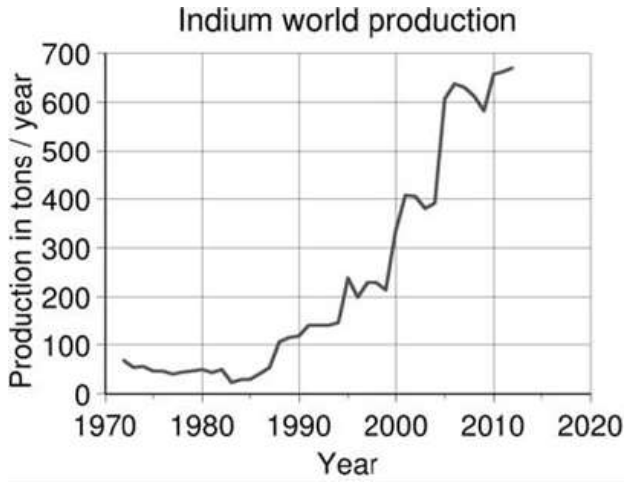
- In **rosso** sono colorate le aree degli elementi oggi talmente richiesti che il consumo su larga scala li renderà poco disponibili in 100 anni o anche prima.
- Gli elementi in pericolo sono:
- elio (He), argento (Ag), tellurio (Te), gallio (Ga), germanio (Ge), stronzio (Sr), ittrio (Y), zinco (Zn), indio (In), arsenico (As), afnio (Hf) e tantalio (Ta).

In **verde** sono colorate le aree degli elementi di cui c'è ancora ampia disponibilità, come ossigeno (O), idrogeno (H), alluminio (Al), calcio (Ca) e altri.

Quattro elementi – stagno (Sn), tantalio (Ta), tungsteno (W) e oro (Au) – rientrano in aree colorate di **grigio** perché spesso provengono da giacimenti e miniere situati in zone di conflitto. Non sono rare, infatti, le guerre tra Paesi per accaparrarsi queste risorse preziose.

In **giallo** e in **arancione** sono colorate le aree degli elementi che evidenziano criticità, ma non così elevate come per gli elementi collocati in aree colorate di rosso.

A 30 dei 90 elementi è associato un simbolo di ***smartphone****, perché questi elementi sono tutti contenuti in questi dispositivi.*
Tra questi ci sono i **quattro** *elementi provenienti da minerali estratti in zone di conflitti e altri* **sei** *con una vita utile prevista inferiore a 100 anni.*



INDIO (In)
Dove di trova e quali sono gli utilizzi

L'**indio** è un **metallo morbido**, **duttile, malleabile e brillante, di colore bianco argenteo.** Ha **numero atomico 49** della tavola periodica.

Indio deriva dal **latino "indium" che significa "indaco"** perché il saggio alla fiamma di sali di indio dà un colore azzurro indaco.

L'indio è un elemento raro: la quantità di indio presente sulla Terra è confrontabile con quella dell'argento e del mercurio.

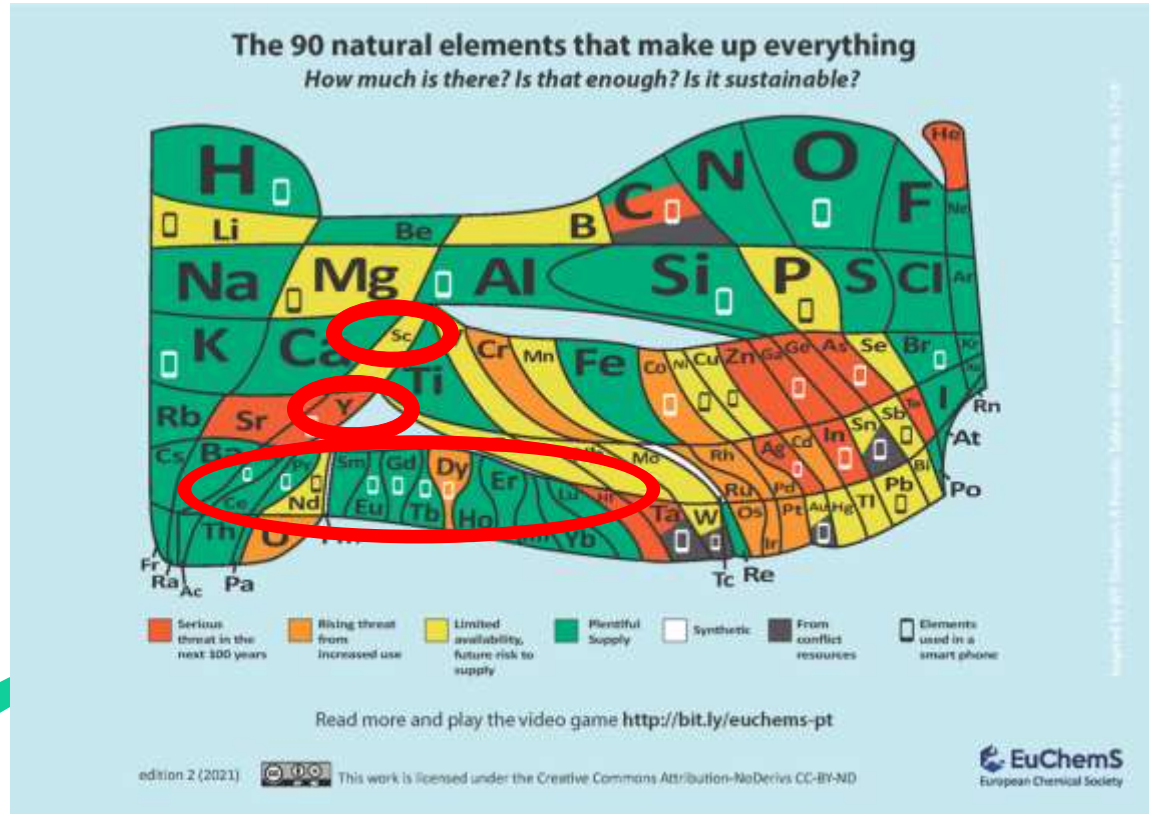
Allo stato solido, l'indio è stato trovato soltanto in un singolo ritrovamento nella **Siberia orientale**.
Oggi l'indio è ottenuto come sottoprodotto nell'estrazione dei minerali di zinco e di piombo.

La maggior parte del metallo è ora trasformata in **ossido di indio** che viene utilizzato **come conduttore trasparente per schermi piatti e touch screen**.

Dall'inizio del millennio, l'aumento della domanda di questo elemento ha portato a un aumento significativo dei prezzi.

TERRE RARE (REE)

Per terre rare (*in inglese Rare Earth Elements - REE)* si intende l'insieme di **17 elementi**, con comportamento chimico simile, che include **scandio (Sc), ittrio (Y), lantanio (La) e tutti gli elementi della famiglia dei lantanidi, così detti perché si trovano dopo il lantanio.**
Questi metalli sono detti "terre rare" non perché siano introvabili sulla Terra, ma perché "raramente" sono concentrati in giacimenti abbastanza grandi da rendere produttiva l'attività estrattiva.



Sono chiamati *"i metalli della tecnologia"* poiché hanno molte applicazioni in campo tecnologico e negli ultimi 30 anni hanno consentito la realizzazione di molti strumenti anche di uso comune.
Come si nota dalla **tavola periodica EuChemS**, alcune **terre rare presentano anche altre criticità.**
La loro **estrazione**, oltre a essere **complicata e costosa** per la loro bassa presenza nei minerali che li contengono, si effettua attraverso **processi che utilizzano sostanze particolarmente dannose per l'ambiente e che producono rifiuti altamente tossici**. Questi materiali sono diventati decisivi negli equilibri (come nei conflitti) geopolitici, se si pensa che la Cina controlla di fatto la quasi totalità della produzione mondiale.

LITIO (Li)
Dove di trova e quali sono gli utilizzi

Il **litio** è un **metallo alcalino** con **numero atomico 3** della tavola periodica.

Ha un colore **bianco argenteo**.

Il suo nome deriva dal greco “lìthos”, che significa “pietra”.

È il più leggero dei metalli e proprio per le piccole dimensioni i suoi ioni sono dotati di grande mobilità.
Il litio **si trova in natura sotto forma di sali ed è molto abbondante sulla Terra**, ma il **suo consumo** è **in fortissima crescita** per le innumerevoli applicazioni.

Come tutti i metalli alcalini, il litio reagisce facilmente con l’acqua e l’aria e **in natura non si trova allo stato metallico**, a causa della sua notevole reattività.

I suoi minerali più importanti sono lo spodumene, la lepidolite e l’ambligonite. È presente in discrete quantità **come cloruro di litio (LiCl) in acque salmastre** (in particolare nei **deserti della California**) e in **minori quantità nelle acque marine**.

La **più grande risorsa attuale si trova in Bolivia**, **nei laghi salati prosciugati delle Ande.**

Il litio ha moltissime applicazioni.

- I suoi composti sono utilizzati **nell’industria della ceramica e del vetro** e rivestono notevole importanza nella saldatura di molti tipi di leghe metalliche.
- **In campo medico**, **i sali di litio sono stabilizzatori dell’umore** e sono usati per curare alcune malattie neurologiche.
- Con il litio è **possibile costruire batterie leggere ricaricabili a lunga durata**, di grande interesse, quindi, per tutti i **dispositivi elettronici** come smartphone, tablet, computer portatili, ma anche autoveicoli elettrici.

COBALTO (Co) - Dove di trova e quali sono gli utilizzi

Il **cobalto** è un **metallo** di **colore grigio argenteo**, con **numero atomico 27**.

Il cobalto era utilizzato già nel 2000 a.C. da Egizi e Persiani per l'estrazione di pigmenti blu per colorare il vetro e gli smalti ceramici.

Il nom pensa che possa derivare dal **tedesco "kobolt"** che significa "folletto", nome dato all'elemento dai minatori tedeschi che incolpavano i folletti che facevano loro trovare un materiale inutile anziché l'argento.

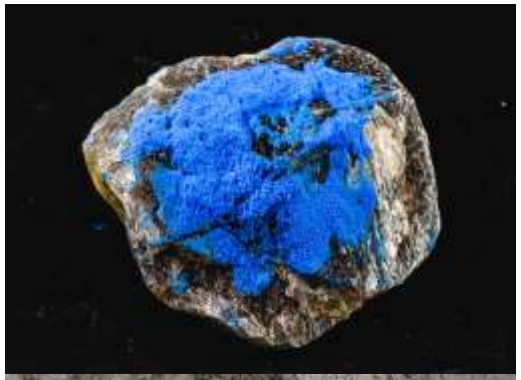
Il cobalto generalmente non **si trova** come metallo libero, ma **sotto forma di minerali come cobaltite, eritrite, glaucodoto e skutterudite.**

Il cobalto di solito non è estratto da solo, ma è un sottoprodotto dell'attività di estrazione mineraria di nichel e rame.

I principali produttori mondiali di cobalto sono la Repubblica Democratica del Congo, la Cina, lo Zambia, la Russia e l'Australia. Si trova inoltre in Finlandia, Azerbaijan e Kazakistan.

La produzione mondiale è pari a 17 000 tonnellate all'anno.

- Il **cobalto** viene utilizzato principalmente nella produzione di **batterie ricaricabili** e di **leghe magnetiche** resistenti all'usura.
- Alcuni sali di cobalto sono utilizzati per colorare di blu intenso vetro, ceramica, inchiostri, pitture e vernici.
- Su un'auto elettrica, in media, ci sono tra i 4 e i 14 kg di cobalto, in funzione della capacità della batteria.
- Fondamentale è l'utilizzo del cobalto nella realizzazione delle batterie per smartphone.
- Il cobalto ha anche una notevole importanza biologica, soprattutto come **costituente della vitamina B12** e come cofattore di diversi enzimi.



In alto: cobalto.
In basso: miniera di cobalto nella R. D. del Congo.

Smartphone e ambiente

Ogni anno in Italia 9-10 milioni di smartphone usati diventano rifiuti elettronici.

Secondo dati ufficiali, la domanda di materie prime come **litio** e **cobalto** per il settore hi-tech **è triplicata negli ultimi tre anni**. Questi elementi sono estratti per lo più nel Terzo Mondo con costi ambientali e umani altissimi: per l'Ocse lo sfruttamento delle **miniere di cobalto e tantalio in Congo**, ad esempio, è la **causa del conflitto civile che dal 1998 insanguina il paese**.

Il successo e la diffusione di questi dispositivi ha causato una corsa all'estrazione di **terre rare di portata storica**. Le **attività estrattive** di questi elementi sono però **costose**, **inquinanti** e spesso portate avanti nel Sud globale, dove le **condizioni di vita e di lavoro dei minatori** sono molto difficili e **poco tutelate**. Lo sfruttamento delle terre rare genera problemi d'ogni tipo, come le contaminazioni da torio, un elemento radioattivo che viene rilasciato durante l'estrazione e può provocare gravi danni all'ambiente e alle persone.

Secondo uno studio pubblicato **dalla rivista Nature Geoscience**, **riutilizzare o riciclare metalli rari** dai cellulari potrebbe soddisfare **fino al 40% della domanda di terre rare in Cina, Europa e Stati Uniti, entro il 2050.**

Nei cellulari un tesoro da riutilizzare!

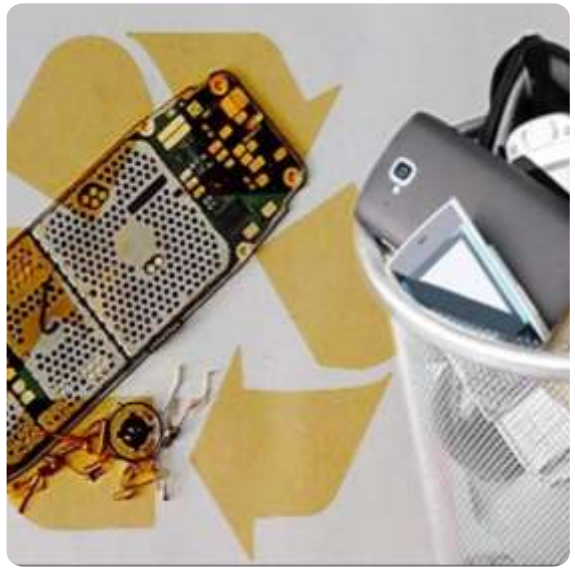
È necessario che scienziati e politici si adoperino per:

- sviluppare la ricerca di nuove materie prime per sostituire l'uso di elementi più critici con altri più abbondanti;

- rendere più efficiente il riciclo dei materiali per evitare inutili sprechi;

- ottimizzare i processi produttivi, limitando gli impatti inquinanti sull'ambiente;

- organizzare lo sfruttamento delle risorse in modo tale da non compromettere gli equilibri politici e senza creare ulteriori disparità tra popolazioni e classi sociali.



Tutti noi cittadini, anche attraverso piccoli gesti quotidiani, possiamo dare il nostro contributo alla soluzione di questi problemi nati con lo sviluppo di nuove tecnologie. Per esempio è un atto di responsabilità, evitare di sostituire la propria strumentazione elettronica (PC, tablet, smartphone e altro) ancora perfettamente funzionante, solo per seguire nuove mode.